



Qualidade das Águas de Recursos Hídricos de Bacias Urbanas – Estudo de Caso do Rio Tegas (RS)

**Taison A. Bortolin¹, Andreia N. Fernandes², Vania E. Schneider³, Marcelo
Giovanela⁴, Sofia H. Z. Carra⁵**

¹Instituto de Saneamento Ambiental / Universidade de Caxias do Sul (tabortol@ucs.br)

²CCET /Universidade de Caxias do Sul (anfernandes@ucs.br)

³Instituto de Saneamento Ambiental / Universidade de Caxias do Sul (veschnei@ucs.br)

⁴CCET /Universidade de Caxias do Sul (mgiovan1@ucs.br)

⁵Instituto de Saneamento Ambiental/ Universidade de Caxias do Sul (shzcarra@ucs.br)

Resumo

O Rio Tegas, localizado na Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, está compreendido entre municípios conhecidos pela intensa atividade industrial, cujas nascentes encontram-se em uma região fortemente habitada e industrializada de Caxias do Sul. Por tratar-se de uma bacia urbana, o Rio Tegas sofre interferências na qualidade de suas águas devido ao lançamento de esgoto doméstico e industrial, contaminação proveniente da disposição final e lançamento de resíduos sólidos bem como a estruturação da drenagem urbana dos municípios localizados no entorno. Com o objetivo de analisar os parâmetros físico-químicos do Rio Tegas, bem como observar o comportamento da depuração da matéria orgânica e inorgânica ao longo do seu curso, foi implantada uma rede de monitoramento da qualidade da água composta por seis pontos de amostragem. O presente trabalho apresenta os resultados obtidos através das três coletas realizadas, evidenciando uma maior contaminação a montante da rede de monitoramento, localizada na zona urbana se comparada com a região a jusante, o que indica um processo de autodepuração dos cursos d'água.

Palavras-chave: Rio Tegas. Rede de Monitoramento. Qualidade da Água.

Área Temática: Recursos Hídricos.

Abstract

Tegas River, located in Taquari-Antas' basin, drains municipalities known for their intense industrial activity, whose sources are inserted in a heavily populated and industrialized region of the Caxias do Sul. This river forms an urban basin that suffers interference in their waters quality due to release of domestic and industrial wastewater. The contamination is from disposal and release of solid waste, as well as the structuring of the urban drainage of the municipalities located around. In order to analyze the physical and chemical parameters from the Tegas River, as well as observe the behavior from the organic and inorganic matter depuration during their course, was implanted a monitoring network water quality, consisting by six sampling points. This work presents the results obtained through the three campaigns that were taken, showing a higher contamination upstream the monitoring network, located in the urban zone, which indicates the purifying process in the water courses.

Key words: Tegas River. Monitoring network. Water quality.

Theme Area: Water Resources.



1 Introdução

A gestão de recursos hídricos tem sido abordada com maior ímpeto nos últimos anos. Isso se deve ao grau de importância da água e seus diversos usos em inúmeras atividades. A proteção de ambientes aquáticos é resultado de esforços conjuntos de entidades e governos, resultando em políticas que definem metas, objetivos e ações, buscando regularizar o uso das águas, uma vez que esta é um “bem limitado e dotado de valor econômico” (LEI Nº 9.433, 1997).

A disponibilidade de água de boa qualidade é um problema enfrentado em bacias urbanas, onde se localizam as grandes cidades, nas quais o modelo de urbanização ocorreu de forma rápida e desordenada. Entretanto, as medidas de saneamento não acompanharam esse crescimento acelerado que caracterizou-se principalmente pela falta de planejamento ambiental.

Tucci (2008) afirma que as regiões urbanas deixaram de crescer em seu núcleo e expandiram-se na periferia, onde se encontram os rios e mananciais. Os rios que cruzam estas regiões urbanizadas estão com a qualidade de água comprometida, necessitando de proteção e controle. Muitos se transformaram apenas em canais de drenagem, utilizados para transporte e afastamento dos efluentes e resíduos urbanos.

Segundo Finotti *et. al* (2009) são três os principais processos que interferem na qualidade de água de bacias urbanas: a drenagem urbana; o lançamento de esgotos domésticos e industriais, os quais na maioria dos casos ocorre *in natura*; e a contaminação pelo lançamento e disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos. Todos estes processos antrópicos interferem negativamente na qualidade das águas e diretamente na saúde da população.

Uma das ferramentas que, quando realizada de maneira eficaz, auxilia na investigação e conhecimento da qualidade das águas é o monitoramento de parâmetros de qualidade. Um sistema de monitoramento visa a identificação do comportamento do rio, reconhecendo as alterações que ocorrem por contribuintes, quer seja tributários ou lançamentos domésticos e industriais. Apresenta-se como um conjunto de ações aplicadas que retornam dados e informações, os quais servirão como base para a tomada de decisões e formulações de políticas de intervenção, sendo uma das principais ferramentas empregadas a fim de gerir da melhor maneira os recursos hídricos disponíveis. (FINOTTI *et al.*, 2009)

Dentro deste contexto, este trabalho teve por objetivo apresentar uma avaliação preliminar da qualidade das águas do Rio Tegas, cuja bacia possui nascentes e tributários localizados numa das regiões fortemente habitada e industrializada do município de Caxias do Sul. Apresenta ainda a análise da depuração de matéria orgânica e inorgânica ao longo do perfil do rio, relacionando a influência da contribuição de suas águas para o Rio Taquari - Antas. O trabalho também abordou o enquadramento das águas do Tegas de acordo com a Resolução CONAMA 357 (2005), a fim de verificar sua classificação, sendo a mesma determinante para definição dos usos preponderantes dentro da bacia hidrográfica.

2 Detalhamento Experimental

2.1 Área de Estudo

O Rio Tegas atravessa a cidade de Caxias do Sul/RS em quase toda sua extensão no sentido leste-oeste, abrangendo as regiões norte, nordeste e sudeste. Este curso d'água deságua no Rio das Antas, o qual se une ao Rio Jacuí e, em seguida, ao Guaíba. Está inserido na Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, uma das sub-bacias da região Hidrográfica do Guaíba. Localiza-se em uma região de planaltos com clima subtropical Cfb, apresentando invernos frios e verões quentes. Esta porção do Estado é uma das regiões mais desenvolvidas, sendo



formada por municípios que caracterizam-se por possuírem uma base econômica voltada para um setor industrial em crescimento. Possui ainda grande capacidade de depuração em seu curso em direção à foz, decorrente principalmente da sua característica de trecho ritral em vale encaixado, com corredeiras e cachoeiras que influenciam na oxidação química e biológica dos compostos lançados na zona urbana.

A bacia do rio em estudo abrange uma área de 275,41 km². Caracteriza-se por regimes torrenciais e escoamentos superficiais rápidos, pois apresenta declividade média elevada. Possui uma rede de drenagem densa com tendência radial, de pouca profundidade e baixa permeabilidade dos solos (FEPAM, 2010).

Sua formação ocorre com o encontro do Arroio Dalbó, formando o Arroio Herval, que mais a jusante recebe as águas do Arroio Samuara. Logo, une-se ao Arroio Maestra passando a ser denominado Rio Tegas. A Figura 1 apresenta o mapa de localização da bacia.

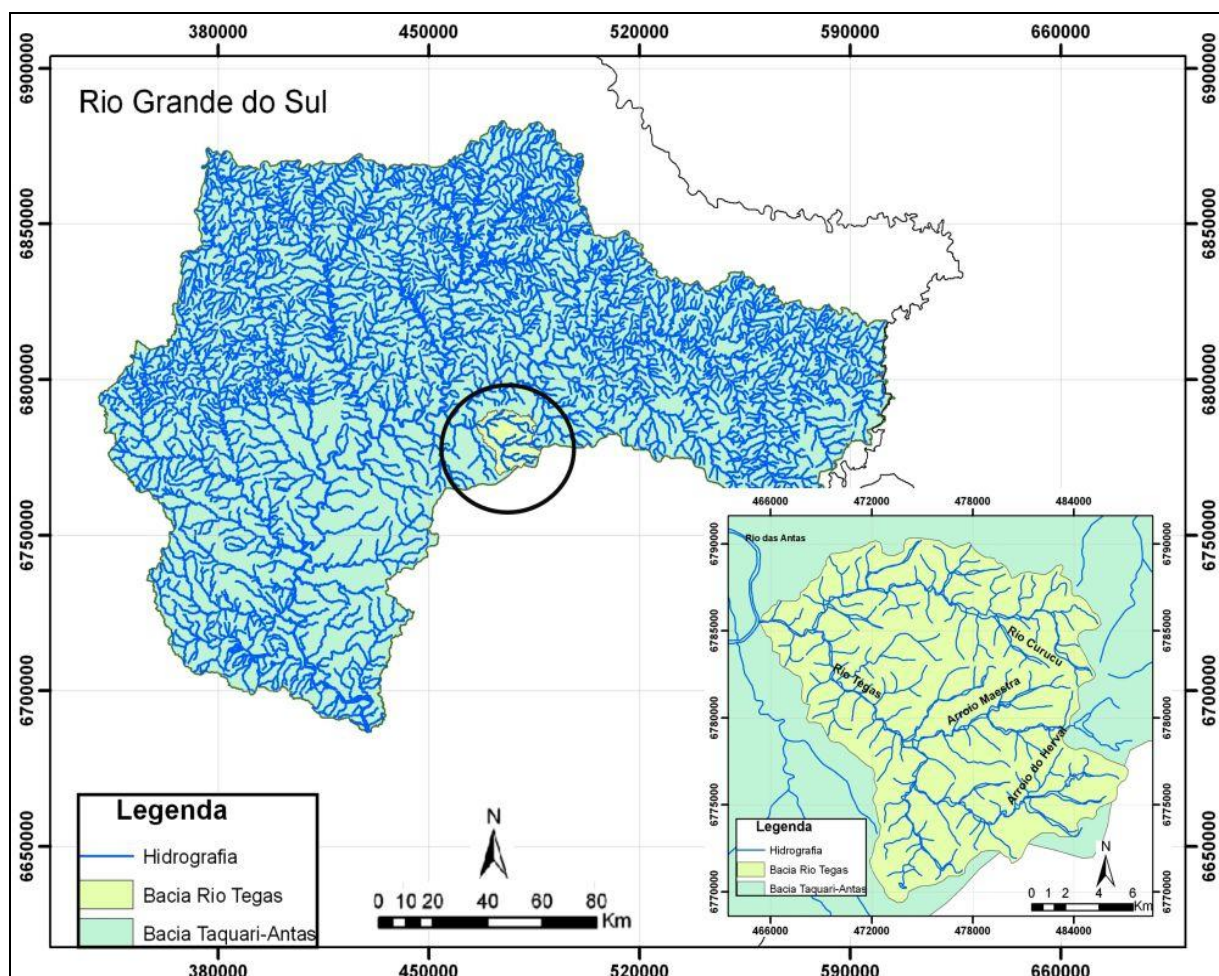


Figura 1 – Localização da Bacia do Rio Tegas

2.2 Coleta e Preparo das Amostras

Para avaliação da qualidade de água do Rio Tegas criou-se uma rede de monitoramento composta por 4 pontos de amostragem ao longo de seu perfil. Além destes, inseriu-se dois pontos na confluência do Tegas com o Rio das Antas, um a montante da foz e outro a jusante, a fim de identificar o grau de influência que este afluente exerce sobre a qualidade das águas do Rio Taquari-Antas. A escolha dos pontos de amostragem foi realizada de forma criteriosa, estabelecendo uma rede representativa no contexto da bacia. As



particularidades dos pontos estão sumarizadas na Tabela 1 e a localização dos mesmos é apresentada na Figura 2.

Tabela 1 - Descrição dos pontos de coleta

| Ponto de coleta | Descrição | Coordenadas UTM DATUM SAD69 (Zona 22S) |
|-----------------|---|--|
| Ponto 1 | Presença de residências e indústrias cujo efluente é drenado diretamente para o Rio Tegas. | 0480542 / 6774826 |
| Ponto 2 | Ponte localizada após o Aterro Sanitário São Giácomo, com ausência de mata ciliar e presença de grande quantidade de resíduos no local. | 0474518/ 6776085 |
| Ponto 3 | Primeira usina hidrelétrica comunitária de Caxias do Sul que se encontra em obras para reativação. Presença de vegetação mais densa. | 0469891/ 6782087 |
| Ponto 4 | Montante ao Rio Tegas. Este ponto localiza-se sobre o Rio das Antas, antes deste receber as águas do Rio Tegas. | 0465277/6785630 |
| Ponto 5 | Foz do Rio Tegas. Este ponto localiza-se na foz do Rio Tegas, onde este deságua no Rio das Antas. | 0465312/6789501 |
| Ponto 6 | Jusante ao Rio Tegas. Este ponto localiza-se no Rio das Antas após ter recebido as águas do Rio Tegas. | 0462740/6784690 |

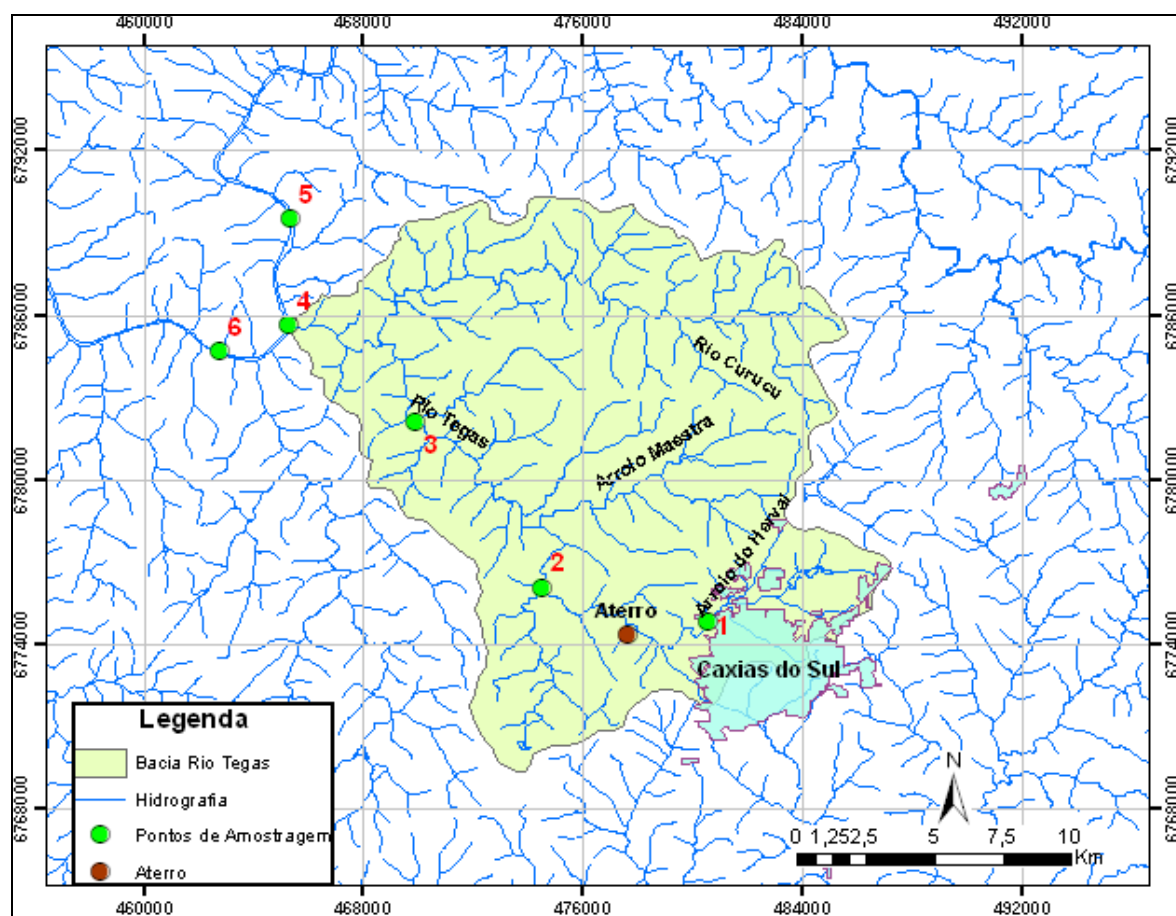


Figura 2 – Pontos de Monitoramento



2.3 Determinação dos Parâmetros Físico-Químicos

Para identificação da qualidade de água do Rio Tegas foram realizadas três campanhas de amostragem com frequência semestral entre os anos de 2008 e 2009. As amostras foram coletadas e armazenadas de acordo com a norma NBR 9898 (ABNT, 1987), sendo em seguida encaminhadas ao laboratório onde foram determinados os seguintes parâmetros físico-químicos: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), pH, fósforo total, nitrogênio amoniacal, coliformes fecais, temperatura e sólidos suspensos totais. As análises foram realizadas conforme metodologias sugeridas pela FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler / RS) e *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). Os resultados foram então comparados à Resolução CONAMA 357 (2005), enquadrando os pontos de amostragem em classes de qualidade de água, com o intuito de identificar os padrões necessários para o atendimento dos usos preponderantes na bacia hidrográfica.

2.4 Determinação das Espécies Metálicas

Na última campanha amostrada, também foi realizada a determinação das espécies metálicas, com o objetivo de avaliar a influência da atividade industrial sobre a qualidade da água, já que a região abriga indústrias galvânicas, as quais utilizam espécies metálicas em seu processo produtivo, como cromo, níquel, zinco. A determinação das concentrações das espécies metálicas (As, Ba, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sr, V, Sr) foi realizada por meio do método de calibração externa, o qual requer a medição de um conjunto de soluções padrão com concentração conhecida dos analitos de interesse. As soluções para curvas analíticas foram preparadas em balões volumétricos a partir das soluções mono-elementares, em meio de HNO₃ 2%. As análises foram realizadas em um espectrofotômetro de emissão ótica com fonte de plasma indutivamente acoplado (ICP-OES).

3 Resultados

Os corpos hídricos têm sua qualidade influenciada por lançamentos tanto de origem orgânica como inorgânica. A introdução de matéria orgânica no sistema hídrico resulta, indiretamente, no consumo do oxigênio dissolvido neste sistema. Isto se deve aos processos de estabilização da matéria orgânica (VON SPERLING, 2007), comprometendo a qualidade de água e a vida aquática. O comprometimento da qualidade de água por cargas orgânicas podem ser avaliados pelas principais variáveis (parâmetros) sanitárias. A Tabela 2 apresenta as concentrações médias obtidas para os parâmetros físico-químicos nos pontos de monitoramento estudados.

Tabela 2 - Resultados dos parâmetros físico-químicos obtidos nas campanhas realizadas.

| Parâmetros | Ponto 1 | Ponto 2 | Ponto 3 | Ponto 4 | Ponto 5 | Ponto 6 |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Coliformes fecais (NMP 100 mL ⁻¹) | 7,30E+04 ± 4,93E+04 | 1,13E+05 ± 1,63E+05 | 1,29E+03 ± 1,75E+03 | 8,47E+03 ± 1,26E+04 | 6,81E+02 ± 7,74E+02 | 4,48E+03 ± 8,35E+03 |
| Fósforo total (mg L ⁻¹) | 1,1 ± 0,19 | 0,6 ± 0,74 | 0,5 ± 0,41 | 0,6 ± 0,24 | 0,07 ± 0,04 | 0,16 ± 0,05 |
| Nitrogênio Amoniacal (mg NH ₃ -N L ⁻¹) | 8,7 ± 1,19 | 8,0 ± 6,92 | 1,3 ± 0,62 | 1,3 ± 1,28 | 0,02 ± 0,09 | 0,47 ± 0,43 |
| Sólidos Suspensos Totais (mg L ⁻¹) | 17,3 ± 3,55 | 45,4 ± 51,59 | 35,6 ± 28,74 | 16,6 ± 3,86 | 15,20 ± 2,6 | 19,95 ± 8,92 |
| DBO (mg L ⁻¹) | 8,9 ± 3,15 | 18,2 ± 8,31 | 10,2 ± 6 | 5,8 ± 1,16 | 4,75 ± 4,35 | 2,05 ± 0,82 |
| DQO (mg O ₂ L ⁻¹) | 36,3 ± 9,29 | 35,3 ± 3,79 | 21,0 ± 10,44 | 24,7 ± 16,17 | 36,75 ± 33,02 | 7,25 ± 3,1 |
| OD (mg O ₂ L ⁻¹) | 6,5 ± 1,63 | 6,2 ± 1,44 | 6,4 ± 1,99 | 6,3 ± 1,42 | 7,58 ± 2,26 | 8,75 ± 2,32 |
| pH | 7,5 ± 0,31 | 7,3 ± 0,86 | 7,7 ± 0,4 | 7,8 ± 4,52 | 7,49 ± 3,78 | 7,39 ± 3,71 |



Os resultados obtidos permitem identificar os principais pontos de contribuição de material orgânico e nutrientes. Destacam-se os valores encontrados nos pontos 1 e 2, que estão situados na região mais urbanizada da bacia. São pontos diretamente influenciados pelo lançamento de efluentes sem tratamento e resíduos urbanos descartados de forma indevida. À montante do ponto 2 situa-se o aterro sanitário São Giacomio, o qual contribui para a elevação da concentração de matéria orgânica, uma vez que o líquido percolado é apenas parcialmente tratado e depois lançado no recurso hídrico.

A Figura 3 apresenta o perfil de DBO, OD e DQO nos pontos estudados. Esta figura evidencia o fenômeno de autodepuração do curso d'água. Considerando que ocorra um despejo predominantemente orgânico e biodegradável a montante do ponto 2, durante o seu curso o rio apresentará uma redução efetiva de concentração de compostos orgânicos, principalmente devido à configuração de sua calha, permitindo a reaeração.

Segundo VON SPERLING (2007), ao longo do trecho do rio formam-se quatro zonas: a de degradação, decomposição ativa e recuperação, atingindo setores/zonas de águas limpas quando não houver mais despejo. Estas zonas podem ser identificadas na Figura 3. Em elevada concentração de DBO e DQO (ponto 2), ocorre a redução de OD (degradação), o qual logo recupera-se ao longo do curso d'água (zona de recuperação). Essa capacidade de depuração é resultante das características energéticas do rio. Por se tratar de um rio de montanha, localizado em um vale encaixado de forte declividade e com vários acidentes geológicos, configurados em corredeiras e cachoeiras, a depuração está associada à oxigenação propiciada por estes acidentes.

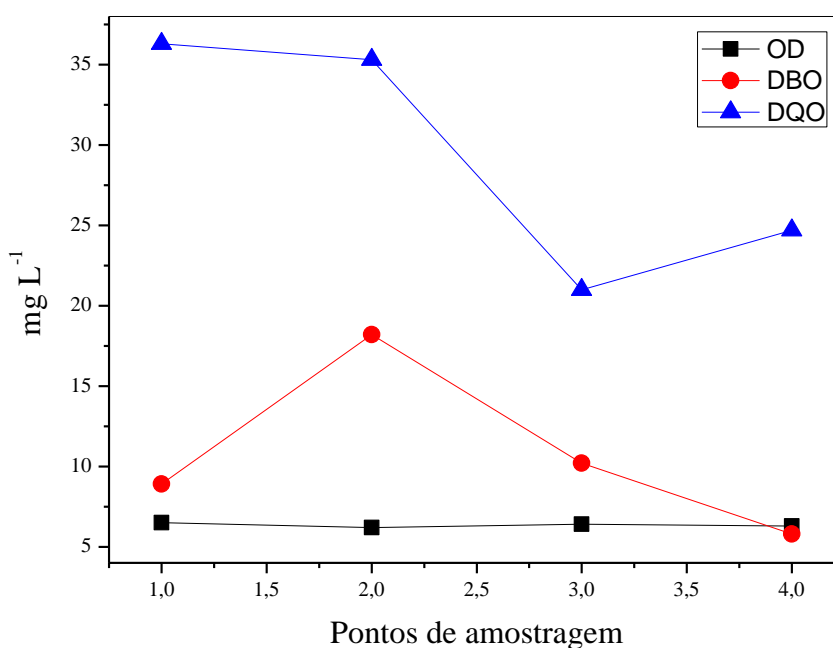


Figura 3 - Perfil de OD, DBO e DQO no curso do Rio Tegas

A Figura 4 apresenta a variação dos nutrientes fósforo total e nitrogênio amoniacal nos pontos estudados. A determinação destes parâmetros é fundamental, pois são precursores de processos de eutrofização. Constata-se que, assim como ocorre com a matéria orgânica, o rio apresenta comportamento semelhante na transformação de nitrogênio e fósforo, sendo que estes são removidos por outros mecanismos e processos. Estes nutrientes, nos pontos 1 e 2, apresentam concentrações mais elevadas, acima do estabelecido pela resolução CONAMA 357 (2005) para enquadramento em classe 3.

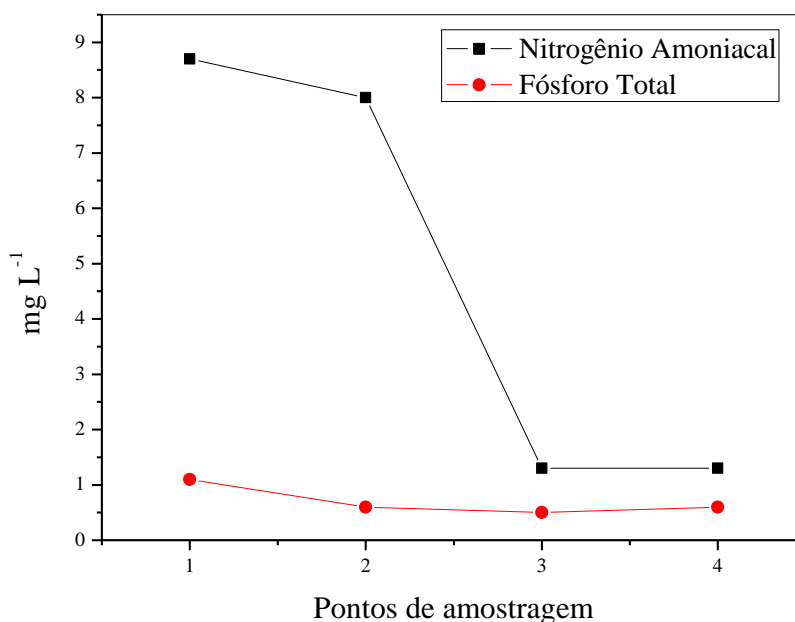


Figura 4 - Perfil de nutrientes no curso do Rio Tegas.

As concentrações das espécies metálicas são mostradas na Tabela 3 e a Figura 5 apresenta o perfil de variação de alguns elementos nos pontos amostrados. De acordo com os dados encontrados, observa-se um comportamento semelhante ao da concentração de matéria orgânica e nutrientes no curso d'água. Maiores valores de concentração de espécies metálicas, como níquel, manganês, cromo, provavelmente indica a presença de fontes antrópicas de poluição como indústrias de fundição e galvanotécnicas, sendo que há um grande número destas na região correspondente ao ponto 1. Neste ponto, obtiveram-se concentrações médias de níquel de $0,5 \text{ mg L}^{-1}$, valor 20 vezes superior ao limite estabelecido pela resolução CONAMA 357 (2005), cujo valor é de $0,025 \text{ mg L}^{-1}$. Na direção de jusante, ocorre redução na concentração destes elementos, em virtude da deposição no sedimento nas áreas de remanso, sendo que este compartimento funciona como estoque de poluentes. (FILGUEIRAS *et al.*, 2004 apud SANTANA, 2007). São encontrados valores inferiores a $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ já no ponto 3, reduzindo a concentrações de $0,04 \text{ mg L}^{-1}$ na foz do Rio Tegas.

Tabela 3 – Concentração, em mg L^{-1} , de espécies metálicas nos pontos amostrados.

| Elemento | Ponto 1 | Ponto 2 | Ponto 4 | Ponto 5 | Ponto 6 |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| As | 0,009 | 0,007 | 0,008 | 0,011 | 0,009 |
| Ba | 0,051 | 0,043 | 0,036 | 0,015 | 0,019 |
| Cd | 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Co | 0,003 | 0,003 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Cr | 0,156 | 0,092 | 0,032 | 0,011 | 0,009 |
| Cu | 0,060 | 0,021 | 0,008 | < 0,001 | < 0,001 |
| Mn | 0,313 | 0,249 | 0,025 | 0,003 | 0,009 |
| Ni | 0,508 | 0,150 | 0,039 | 0,002 | 0,006 |
| Pb | 0,002 | 0,004 | 0,003 | 0,006 | 0,004 |
| Sr | 0,053 | 0,044 | 0,030 | 0,008 | 0,013 |
| V | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Zn | 0,376 | 0,095 | 0,082 | 0,009 | 0,021 |

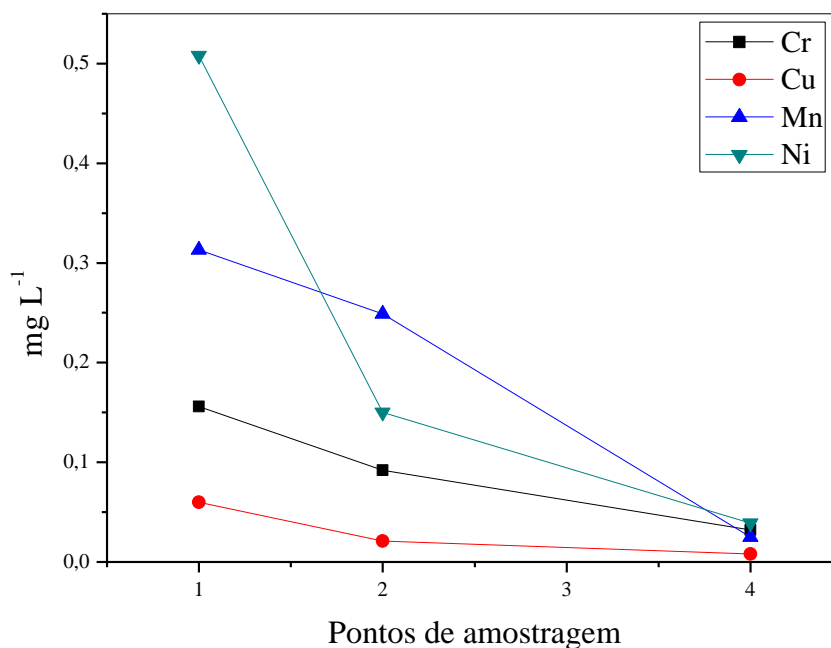


Figura 5 - Concentração de espécies metálicas no curso do Rio Tegas.

A influência sobre o Rio Taquari-Antas, onde o Tegas deságua é discreta, no sentido que a jusante de sua foz apresenta concentrações maiores, principalmente de nutrientes como fósforo total e nitrogênio amoniacal. Neste caso, a influência pode estar relacionada com atividade agrícola. Quanto à matéria orgânica, esta não apresentou elevação à jusante do ponto de encontro com o Rio Tegas. Isso está associado ao incremento de vazão que ocorre no trecho do Rio Taquari-Antas, proveniente de tributários e do próprio curso d'água. Salienta-se que estas amostragens apontam para uma definição da qualidade de água do momento da coleta, e que valores médios se tornarão mais precisos na análise da variabilidade de parâmetros quando houver um número maior de amostragens, o que possibilitará estabelecer relações entre as variáveis e influências de cursos d'água.

4 Considerações Finais

Os resultados de análises de pontos de monitoramento localizados em regiões estratégicas do Rio Tegas permitiram evidenciar um fato que ocorre em muitos rios urbanos: fontes pontuais de contaminação, as quais reduzem a qualidade de água do rio, transformando este num sistema de drenagem de afastamento de efluentes. Apesar de estar localizado em vales encaixados, com zonas que apresentam um elevado grau de depuração, é necessário que se tomem medidas de melhoria no saneamento, buscando atingir metas de enquadramento do rio em classes de qualidade de água superiores à sua classificação atual (classe 4).

O Município de Caxias do Sul tem investido neste propósito através dos Planos de Esgotamento Sanitário e o Plano de drenagem urbana. Estes planos prevêem várias obras, dentre as quais a instalação de 17 Estações de Tratamento de Efluentes - ETEs (5 delas, já em funcionamento). Uma em particular, ETE Tegas, deverá captar o próprio rio a jusante do Aterro São Giacomio, tratando e devolvendo ao seu caudal. Com isto a qualidade da água do Rio Tegas deverá sofrer um impacto positivo significativo permitindo uma revitalização do mesmo a partir do ponto 2.



Agregar informações como dados de vazão através de séries históricas é um dos objetivos a serem alcançados durante os próximos anos de monitoramento, o que permitirá analisar de forma mais detalhada a qualidade de água do Rio Tegas e a influência de picos de vazão de efluentes dentro da bacia.

Referências

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9898 - Preservação e técnica de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987.

APHA. “**Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**”, 21^a. Edição, 2005.

LEI Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 21 jan. 2010.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº. 357 de 2005**. Disponível em: www.mma.gov.br/. Acesso em: 21 jan. 2010.

FINOTTI, A. R., FINKLER, R., SILVA, M. D., CEMIN, G. **Monitoramento de Recursos Hídricos em Áreas Urbanas**. Caxias do Sul, RS: Educs, 2009.

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler / RS. **Qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio das Antas e Rio Taquari**. Disponível em: <www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_taquari_antas/taquariantas.asp>. Acesso em: 21 jan. 2010.

SANTANA, G. P. **Estudo de metais pesados (Co, Cu, Fe, Cr, Ni, Mn, Pb e Zn) na Bacia do Tarumã-Açu Manaus – (AM)**. Acta Amazônica. VOL. 37(1) 2007: 111 – 118.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. *Estudos avançados*, v.22, n.63, p.1-16, 2008.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade de água em rios**. 1^a. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 588 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; 7) ISBN 8588556072.